

I. TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Tanaman Tomat Rampai

Tomat sampai di Indonesia atas jasa orang Belanda dan mulai dibudidayakan pada tahun 1961. Daerah pengembangannya pada masa itu antara lain Lembang, Pengalengan, Bandung, Tanah Karo, Salatiga, dan Magelang. Kemudian saat ini sudah menyebar dan berkembang di sebagian besar provinsi di Indonesia dengan luas lahan penanaman mencapai 61154 ha (BPS, 2010).

1.1.1. Morfologi Tanaman Tomat Rampai

Buah tomat rampai berbentuk bulat kecil atau oval dan berukuran lebih kecil dari buah tomat. Buah tomat rampai yang sudah tua berwarna merah cerah atau merah kekuningan. Tomat rampai memiliki batang berukuran ramping, bercabang, dan berbulu halus dengan pola pertumbuhan bervariasi dari tegak hingga agak merayap. Tomat rampai memiliki sistem perakaran yang luas, sebagian besar pada kedalaman 30 cm. Daun tomat rampai berbentuk majemuk, menyirip, bergerigi, dan sering kali keriting (Rubatzky dan Yamaguchi, 1999).

Dalam sistem taksonomi, tanaman tomat rampai diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae
Subkelas : Metachlamidae
Ordo : Solanales
Famili : Solanaceae
Genus : *Lycopersicon*
Spesies : *Lycopersicon Pimpinellifolium*.

1.1.2. Karakteristik dan Persyaratan Benih Tomat Rampai

Benih tomat rampai berbentuk pipih, dan diselimuti daging buah, serta berukuran panjang 3-5 mm dan lebar 2-4 mm. Warna benihnya ada yang putih, putih keuning-kuningan, dan ada juga yang kecokelatan. Benih inilah yang akan digunakan untuk memperbanyak tanaman. Pada setiap bakal buah tomat rampai terdapat 240-1000 bakal biji. Dari jumlah tersebut yang dapat berkembang menjadi biji yaitu sekitar 20-50 % (Pitojo, 2005).

Dalam 1 gram benih tomat rampai berisi sekitar 200-500 butir benih. Jumlah per buah beragam antara 150-300 atau lebih butir benih (Pitojo, 2005). Benih tomat rampai tergolong benih ortodoks, yaitu benih yang tidak akan mati apabila dikeringkan atau disimpan dalam kondisi dingin dengan kadar air yang rendah \pm 11 % (Sadjad, 1994). Benih tomat rampai kering yang disimpan dengan baik dapat bertahan selama 3-4 bulan. Syarat benih tanaman tomat yang baik yaitu benih tersebut harus memiliki daya kecambah sebesar 80%, benihnya utuh dan tidak cacat atau luka, sehat dari hama, bersih dari kotoran, serta tidak keriput.

1.1.3. Penyiapan Benih Tomat Rampai

Pengadaan benih tomat dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu dengan cara membeli benih yang telah siap tanam atau dengan membuat benih sendiri.

Apabila pengadaan benih dilakukan dengan membeli, hendaknya membeli pada toko pertanian yang terpercaya menyediakan benih-benih yang bermutu baik dan telah bersertifikat. Kebutuhan benih untuk setiap satu hektar lahan berkisar antara 500-1000 gram sesuai dengan kebutuhan jarak tanam.

1.1.4. Penyemaian Benih Tomat Rampai

Benih atau biji-biji tomat yang telah terpilih sebelum disemaikan sebaiknya didesinfektan terlebih dahulu. Caranya, benih direndam kedalam larutan fungisida agar mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit mati. Ada beberapa cara menyemai pada bedeng persemaian. Cara pertama, benih tomat ditaburkan merata pada permukaan bedeng, kemudian ditutup tanah tipis-tipis. Bedeng dibuat guritan sedalam 1 cm dengan jarak antar guritan 5 cm, lalu biji ditaburkan kedalam guritan secara merata dan tidak saling tumpuk, kemudian ditutup kembali dengan tanah tipis-tipis.

Cara kedua, dengan menanamkan benih pada lubang-lubang tanam yang dibuat dengan jarak 5 cm dan kedalaman lubang tanam sekitar 1 cm. Dalam satu lubang tanam dapat diisikan 1 atau 2 benih, kemudian ditutup tanah tipis-tipis.

Cara ketiga, penyemaian dapat langsung dilakukan pada kantong-kantong polybag yang telah diisi media tanam berupa tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1. Setiap kantong polybag diisi satu benih saja dan tanamkan

benih dengan kedalaman sekitar 1 cm. Setelah biji ditanam, media semai sebaiknya dibasahi dengan air. Kemudian, media semai diberi naungan guna menekan penguapan dan menghindari sengatan matahari dan terpaan hujan secara langsung.

1.1.5. Pemeliharaan dan Pindahan Bibit

Selama awal pertumbuhan, pemeliharaan bibit tanaman di persemaian harus dilakukan secara intensif dengan pengawasan berkelanjutan. Pemeliharaan bibit meliputi kegiatan penyiraman, penyiangan, pemupukan, serta pencegahan dan pemberantasan penyakit (Wiryanta, 2002).

Penyiraman dilakukan sejak benih ditaburkan ke bedeng persemaian sampai tanaman siap dipindah ke kebun. Penyiraman dilakukan 2 kali sehari, yaitu pagi dan sore hari. Penyiraman sebaiknya dilakukan dengan menggunakan alat/gembor yang memiliki lubang halus, agar tidak merusak bibit tanaman yang baru tumbuh.

Penyiangan dapat dilakukan dengan cara langsung mencabuti tanaman pengganggu tanpa peralatan. Penyiangan sebaiknya dilakukan seperlunya saja dengan melihat keadaan tanaman.

Pada media persemaian selain diberikan pupuk kandang, sebaiknya juga diberikan pupuk kimia NPK secukupnya sebagai pupuk tambahan yang diberikan setelah benih tumbuh menjadi bibit.

Hama yang menyerang benih atau bibit di persemaian berasal dari golongan serangga, seperti semut dan golongan nematoda, seperti cacing tanah. Penyakit

yang sering menyerang dari golongan cendawan. Pencegahan hama dan penyakit dapat dilakukan dengan cara sterilisasi tanah. Pemberantasan hama dan penyakit yang menyerang bibit dapat dilakukan dengan cara menyemprotkan insektisida dan fungisida.

Pemindahan bibit tomat dapat dipindahkan ke kebun setelah berumur 14 hari di persemaian atau setelah bibit memiliki daun sebanyak 4 helai. Pada saat dilakukan penanaman ke kebun, sebaiknya dilakukan seleksi lagi terhadap bibit-bibit yang tumbuh agar diperoleh tanaman yang baik pertumbuhannya dan memiliki daya produktivitas tinggi dalam menghasilkan buah. Untuk itu, bibit yang dipilih sebaiknya yang berpenampilan menarik dan baik., yaitu penampaknya segar dan daun-daunnya tidak rusak. Pilihlah bibit yang kuat, yaitu tegak pertumbuhannya dan pilihlah bibit yang sehat, artinya bibit tidak terserang hama dan penyakit.

Waktu yang baik untuk menanam bibit tomat di kebun adalah pagi atau sore hari. Pada saat itu keadaan cuaca belum panas sehingga mencegah kelayuan pada tanaman. Ketika memindah bibit di kebun, hendaknya memperhatikan cara-cara yang baik dan benar. Pemindahan bibit yang ceroboh dapat merusak perakaran tanaman, sehingga pada saat bibit telah ditanam maka akan mengalami hambatan dalam pertumbuhan bahkan mati.

1.2. Syarat Pertumbuhan

1.2.1. Iklim

Curah hujan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah 750 mm-1.250 mm/tahun. Keadaan ini berhubungan erat dengan ketersediaan air tanah bagi

tanaman, terutama di daerah yang tidak terdapat irigasi teknis. Curah hujan yang tinggi dapat menghambat proses persarian atau jatuhnya serbuk sari ke kepala putik.

Kekurangan sinar matahari menyebabkan tanaman tomat mudah terserang penyakit, baik parasit maupun non parasit. Sinar matahari berintensitas tinggi akan menghasilkan vitamin C dan karoten (provitamin A) yang lebih tinggi.

Penyerapan unsur hara yang maksimal oleh tanaman tomat akan dicapai apabila pencahayaan selama 10-12 jam/hari, sedangkan intensitas cahaya yang dikehendaki adalah $0,25 \text{ mj/m}^2$ per jam.

Suhu udara rata-rata harian yang optimal untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah $\pm 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Rubatzky dan Yamaguchi, 1999). Jika suhu terlalu rendah akan menghambat pertumbuhan tanaman. Pada musim hujan, kelembaban akan meningkat dan akan merangsang munculnya mikroorganisme pengganggu tanaman sehingga resiko terserang bakteri dan cendawan cenderung tinggi.

1.2.2. Media Tanam

1.2.2.1. Tanah

Tanaman tomat dapat ditanam di segala jenis tanah, mulai tanah pasir sampai tanah lempung berpasir yang subur dan mudah merembeskan air. Akar tanaman tomat rentan terhadap kekurangan oksigen, sehingga tanaman tomat tidak cocok tumbuh pada tanah yang tergenang air atau tanah yang becek. Tanah dengan derajat keasaman (pH) berkisar 5,5-7,0 sangat cocok untuk budidaya tomat. Dalam pembudidayaan tanaman tomat, sebaiknya dipilih lokasi yang topografi tanahnya datar, sehingga tidak perlu dibuat teras-teras dan tanggul. Untuk

pertumbuhan yang baik, tanah sedikit gembur dan banyak mengandung humus serta pengairan yang cukup mulai awal tanam sampai waktu panen.

1.2.2.2. Batu Split

Penggunaan batu split sebagai media tanam tidak jauh berbeda dengan pasir. Namun, batu split memiliki pori-pori makro lebih banyak daripada pasir. Batu split sering digunakan sebagai media untuk budidaya tanaman secara hidroponik. Penggunaan media ini akan membantu peredaran larutan unsur hara dan udara serta pada prinsipnya tidak menekan pertumbuhan akar. Batu split memiliki kemampuan mengikat air yang relatif rendah sehingga mudah basah namun cepat kering kembali jika penyiraman tidak dilakukan secara rutin.

1.3. Komponen Siklus Hidrologi dan Neraca Air

Secara garis besar neraca air merupakan penjelasan tentang hubungan antara aliran ke dalam (In flow) dan aliran ke luar (out flow) di suatu daerah untuk suatu periode tertentu dari proses sirkulasi air. Neraca air juga dapat didefinisikan sebagai selisih antara jumlah air yang diterima oleh tanaman dan kehilangan air dari tanaman beserta tanah melalui proses evapotranspirasi.

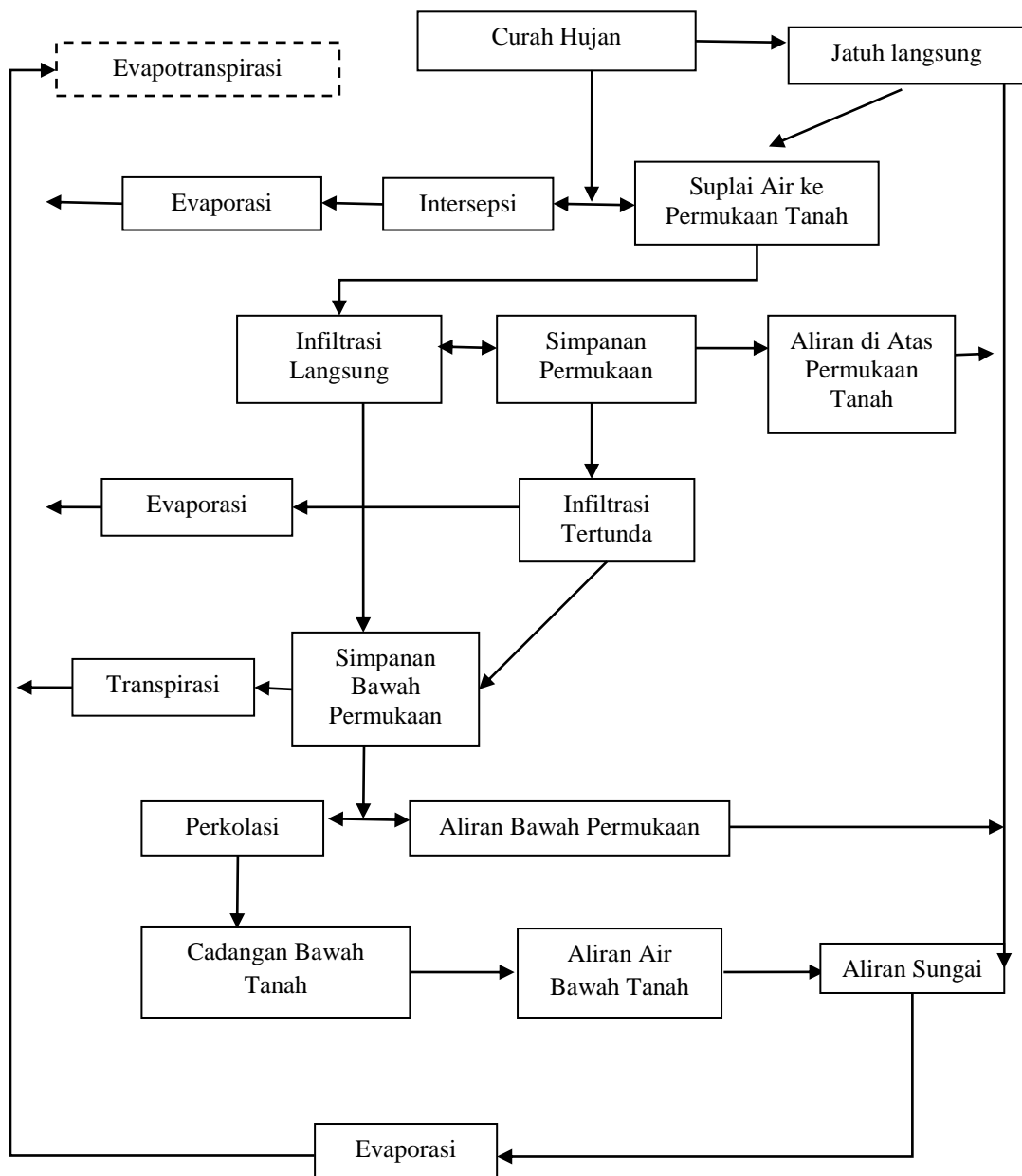
Kesetimbangan air merupakan hubungan antara berbagai input dan output dari suatu daerah. Terdapat hubungan kesetimbangan dari metode Penman-Mounteith sebagai berikut (Allen, dkk, 1998):

$$ET = I + P - RO - DP + CR \pm \Delta SF \pm SW \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

ET : Evapotranspirasi

- I : Irigasi
- P : *Presipitasi*
- RO : *Run Of*
- DP : Perkolasi
- CR : *Cappilary rise*
- SF : *Surface flow*
- SW : *Soil water content*

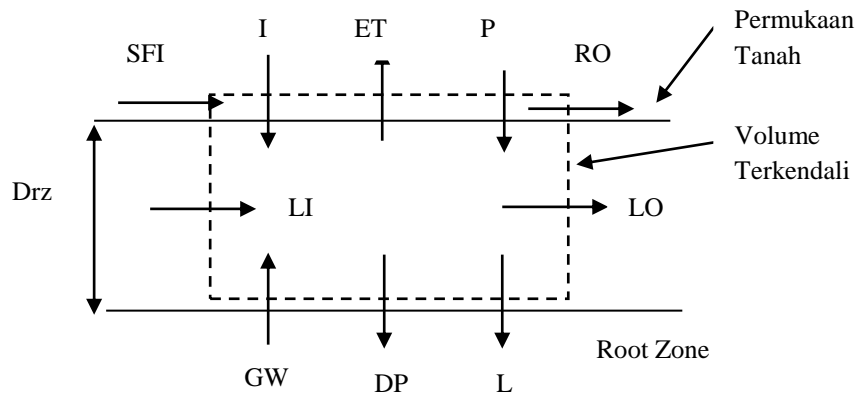


Gambar 1. Bagan Alir Siklus Hidrologi (Arsyad, 1989)

Gambar 1 diatas menjelaskan bagaimana siklus hidrologi berlangsung. Di atas zona jenuh dalam tanah disebut neraca air bawah (ground water table). Di atas neraca air merupakan daerah lapisan tanah yang disebut kapiler tepi. Tanah dengan kelembaban dan struktur yang baik dapat mendekati ketinggian beberapa meter atau lebih, tetapi pada tanah pasir jarang mencapai 27-30 cm. Pada beberapa tanah ketinggian neraca air berfluktuasi tergantung dari lamanya periode basah dan kering. Fluktuasi tersebut merupakan akibat dari perbedaan presipitasi, transpirasi, evaporasi dan suhu. Perbedaan laju transpirasi selama pergantian siang dan malam juga mengakibatkan perbedaan dalam tingkat neraca air. Siang hari neraca air akan turun lebih rendah disertai peningkatan air selama malam hari. Pergantian siang dan malam pada DAS yang mempunyai kemiringan sangat berat mempunyai tingkatan neraca air yang tinggi atau neraca air jarang dimana kapiler tepi dapat dicapai akar pohon.

Kedalaman tanah mencerminkan volume dari ruang tumbuh untuk akar tanaman yang berada di atas lapisan perbatasan. Dampak dari tingginya neraca air pada pertumbuhan pohon dapat diduga melalui kedalaman horison yang bertekstur yang baik atau kedalaman dari horison yang tidak teratur (menunjukkan aerasi yang buruk) yang terjadi kira-kira 75 cm ke bawah permukaan. Tanpa kehadiran kelembaban yang tersisa dengan daerah terserap oleh akar tanaman menghasilkan pertumbuhan pohon yang jelek pada gundukan pasir yang dalam sementara jarangny ruang tumbuh akar pada daerah yang datar sering disebabkan tingginya neraca air. Tanaman memperoleh kelembaban dari neraca air atau kapiler tepi yang dapat dicapai oleh sistem perakarannya, hanya ketika air sampai kedalaman

yang lebih rendah. Neraca air pada zona perakaran dapat dideskripsikan secara lengkap seperti pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Deskripsi Neraca Air Pada Zona Perakaran

Keterangan:

- I : Irigasi (mm)
- P : Presipitasi (mm)
- SFI : Aliran permukaan masuk kedalam sistem/ zona perakaran (mm)
- LI : Aliran bawah permukaan horizontal kedalam sistem (mm)
- GW : Rembesan air tanah kedalam sistem (mm)
- ET : Evapotranspirasi (mm)
- RO : Aliran permukaan keluar sistem (mm)
- LO : Aliran bawah permukaan horizontal keluar sistem (mm)
- L : Lindi (mm)
- DP : Perkolasi dalam (mm)

Selanjutnya, prinsip konservasi masa pada volume terkendali dapat diformulasikan dalam Persamaan 2.

$$\Delta S = Drz (\theta_f - \theta_i) = Inflow - outflow \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

ΔS : Perubahan kadar lengas tanah dalam volume terkendali, selama interval waktu tertentu (mm)

D_{rz} : Zona perakaran dibawah permukaan tanah (mm)

θ_f, θ_i : Kadar lengas tanah di akhir dan awal interval waktu tertentu (desimal)

Aliran masuk, keluar : Aliran masuk dan keluar volume terkendali selama satu interval waktu (mm)

Dari Gambar 2, aliran masuk dan keluar dapat dirumuskan menjadi;

$$\text{Aliran masuk} = I + P + SFI + LI + GW \dots \dots \dots (3)$$

dan

$$\text{Aliran keluar} = ET + RO + LO + L + D \dots \dots \dots (4)$$

Jika Persamaan 3 dan 4 disubstitusikan ke dalam Persamaan 2, maka Persamaan neraca air menjadi seperti pada Persamaan 5 berikut.

$$\Delta S = I + P + SFI + LI + GW + ET + RO + LO + L + DP \dots \dots \dots (5)$$

Dalam kondisi kadar lengas dibawah kapasitas lapang, ET dapat dihitung dengan Persamaan 5, melalui perhitungan ΔS dengan Persamaan 2 dan setelah θ_i dan θ_f diukur secara langsung di lapang. Sementara, komponen-komponen hidrologi yang lain dapat dianggap nol.

Dalam kondisi di bawah kapasitas lapang (tidak ada hujan), komponen irigasi (I), hujan (P), aliran permukaan (SFI dan RO), aliran horizontal bawah permukaan (LI dan LO), lindi (L) dan perkolasi (DP) dapat dianggap nol. Sementara, Allen *et.al*

(1998) menyatakan bahwa aliran kapiler air tanah (GW) berpengaruh nyata hanya jika kedalaman air tanah (*water table*) cukup dangkal.

Kondisi iklim yang cukup berbeda dengan dugaan sementara bahwa pengaruh aliran kapiler dari air tanah (GW) cukup besar, sehingga tidak dapat diabaikan. Jika kadar air di zona perakaran berada di antara titik kritis dan kapasitas lapang, maka dapat dipastikan bahwa kadar lengas di lapisan bawahnya lebih tinggi atau bahkan masi jenuh sehingga terjadi aliran kapiler ke atas. Aliran kapiler inilah kemudian yang dapat berkontribusi dapat menaikkan kadar lengas di zona perakaran sehingga evapotranspirasi yang terukur menjadi tampak lebih rendah dari yang sebenarnya.

Hal ini juga ditunjukkan oleh (Arimbi 2011) yang melakukan penelitian evapotranspirasi pada lahan kering dan bera, dilaboratorium lapang Universitas Lampung. Evapotranspirasi yang diukur di lapang selalu lebih rendah dari perhitungan teoritis FAO meskipun nilai K_c sudah dikalibrasi dengan faktor suhu, kecepatan angin, kelembaban dan tinggi rerumputan sesuai dengan yang dianjurkan (Allen *et. al*, 1998). Berdasarkan hasil tersebut, perlu dilakukan pengukuran tersendiri terhadap aliran kapiler tersebut, sehingga perhitungan dapat lebih realistis.

Selain itu, faktor presipitasi embun di malam hari kemungkinan juga memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap pengukuran kadar lengas tanah, dan berdampak terhadap rendahnya laju evapotranspirasi.

1.3.1. Evapotranspirasi

Proses evaporasi dan transpirasi pada tanaman secara teoritis bisa dipisahkan, tetapi di lapangan sangat sulit dipisahkan. Oleh karena itu kedua proses ini disatukan dan disebut sebagai Evapotranspirasi. Evapotranspirasi adalah proses gerakan air dari sistem tanah ke tanaman kemudian ke atmosfer (transpirasi) dan gerakan air dari sistem tanah ke permukaan tanah kemudian ke atmosfer (evaporasi). Pada setiap saat dimana terjadi kontak antara air dan udara maka terjadi proses penguapan (Indarto, 2010). Dua unsur utama untuk berlangsungnya evaporasi adalah energi (radiasi) matahari dan air. Evapotranspirasi menentukan laju penyerapan air oleh tanaman serta laju pembentukan jaringan tanaman. Jika laju evapotranspirasi lebih besar daripada laju penyerapan air oleh akar tanaman, maka tanaman akan mengalami kelayuan, dan jika berlanjut akan menyebabkan kematian bagi tanaman yang bersangkutan (Mawardi, 2011).

Ada tiga konsep dalam menentukan evapotranspirasi yaitu: E_{Tc} , E_{To} , dan E_{Tc} adjustment. Evapotranspirasi potensial (E_{To}) diukur berdasarkan data iklim harian dan dihitung menggunakan rumus empiris Penman-Monteith (Allen dkk, 1998) yang terdapat pada Persamaan 6.

$$E_{To} = \frac{0,480\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34U_2)} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

- E_{To} : Evapotranspirasi acuan (mm/hari)
- T : Temperatur harian pada ketinggian 2 m ($^{\circ}C$)
- U_2 : Kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s)
- e_s : Tekanan uap air jenuh (kPa)
- e_a : Tekanan uap air aktual (kPa)

- γ : Konstanta psikometrik (kPa/°C)
- Δ : Gradien tekanan uap jenuh terhadap suhu udara (kPa/°C)
- R_n : Radiasi bersih (Mj m⁻²hari⁻¹)
- G : Panas spesifik untuk penguapan (Mj m⁻²hari⁻¹)

Evaporasi diukur dalam satuan mm/hari. Banyaknya evaporasi dapat diukur dengan dua cara yaitu menggunakan rumus empiris Penman dan Panci Evaporasi yang terdapat pada Persamaan 7.

$$E = 0.35(e_a - e_d) \left(1 + \frac{V}{100}\right) \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

- E : evaporasi (mm/hari)
- e_a : tekanan uap jenuh pada suhu rata-rata harian (mm/Hg)
- e_d : tekanan uap sebenarnya (mm/Hg)
- V : kecepatan angin pada ketinggian 2 m di atas permukaan tanah (mil/hari)

Secara sederhana banyaknya evaporasi dihitung dengan rumus :

$$\text{Banyaknya evaporasi} = \text{air yang dituangkan} + \text{curah hujan (jika ada)} - \text{air yang tersisa keesokan harinya} : \text{luas (314 cm}^2\text{)}$$

Evapotranspirasi pada tanaman tertentu (ET_c) dihitung dengan menggunakan rumus yang terdapat pada persamaan 8 :

$$ET_c = (ET \text{ tanaman acuan}) ET_0^* (\text{koefisien tanaman}) K_c \dots\dots\dots (8)$$

Istilah standar telah dikembangkan sebagai acuan pada berbagai model ET dan koefisien tanaman.

$$ET_c = (ET_o) (K_c)$$

$$ET_c = (E_{pan}) (K_p)$$

$$ET_c = (ET_p) (C_{et})$$

Keterangan:

ET_o : ET acuan (sekitar 4 sampai 7 inchi tinggi rumput)

ET_p : ET Potensial (tumbuhan makanan kuda yang belum dipangkas)

E_{pan} : Evaporasi dari panci evaporasi

ET_c : Evapotranspirasi tanaman

K_{pan} : Koefisien untuk mengkonfersi E_{pan} ke ET_o

K_p : Koefisien untuk mengkonfersi E_{pan} ke ET_c

K_c : Koefisien untuk mengkonfersi ET_o ke ET_c

C_{et} : Koefisien untuk mengkonfersi ET_p ke ET_c

1.3.2. Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan untuk memenuhi atau menggantikan kehilangan air akibat evapotranspirasi (ET) dari tanaman bebas penyakit dan tumbuh dilahan yang luas dimana kondisi tanah dan air tanah tidak terjadi faktor pembatas dan berpotensi mencapai produksi maksimal. Kebutuhan air tanaman dipengaruhi oleh iklim, air tanah, metode irigasi, dan praktek budidaya.

Tanaman secara fisiologis mengandung air antara 60-95 persen yang dimanfaatkan untuk proses-proses fotosintesa, transportasi unsur kimia, transportasi hasil fotosintesa, pertumbuhan dan transpirasi. Sedangkan untuk metabolisme/pertumbuhan, tanaman hanya memerlukan air kurang dari 1 % dan selebihnya ± 99 % air menguap akibat pemanasan sinar matahari.

Evapotranspirasi aktual (ET_a) sama dengan evapotranspirasi maksimum (ET_m) ketika kandungan air tanah untuk tanaman cukup, dan $ET_a < ET_m$ ketika air tanah

yang tersedia menjadi pembatas. Air tanah yang segera tersedia (RAW) didefinisikan sebagai faktor (p) yang mana total air tanah yang tersedia dapat dihabiskan tanpa menyebabkan E_t menjadi berkurang dari E_{Tm} dan besarnya faktor (p) dipengaruhi oleh iklim, evapotranspirasi, tanah, jenis tanaman dan tinggi pertumbuhan tanaman. Air sangat penting bagi hidup tanaman dan sering menjadi faktor pembatas utama untuk produksi tanaman. Untuk pertumbuhan yang baik dan ekonomis, setiap tanaman harus mencapai keseimbangan antara permintaan dan suplai air yang tersedia (Liyantono, 2002).

1.3.3. Irigasi

Irigasi merupakan usaha penambahan air kedalam lapisan tanah yang mengalami kekurangan (defisit) air akibat proses evapotranspirasi. Irigasi secara umum mengandung arti sebagai pemberian atau penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Irigasi mempunyai tujuan utama untuk menciptakan kondisi lengas tanah dalam tanah yang optimum bagi pertumbuhan tanaman.

Selain untuk memenuhi kebutuhan air tanaman, air irigasi mempunyai kegunaan lain, seperti (a) mempermudah pengolahan tanah, (b) mengatur suhu tanah dan iklim mikro, (c) membersihkan tanah dari kadar garam atau asam yang terlalu tinggi, (d) membersihkan kotoran-kotoran dari selokan (sanitasi). Jadi kegiatan irigasi ini merupakan kegiatan memanipulasi kondisi (kandungan) air di dalam lapisan olah tanah atau daerah perakaran tanaman.

Asas irigasi untuk wilayah tropika basah (termasuk Indonesia) adalah pemberian air (*supplement*) kedalam tanah. Sedangkan untuk wilayah kering adalah

penyediaan atau pasokan (*supply*) air ke dalam tanah. Air yang ditambahkan ini bisa berasal dari air permukaan, dapat pula dari air tanah. Cara pemberiannya bisa melalui atas permukaan (*overhead*), dengan pencurahan atau dengan penggenangan (*flooding, basin, dan furrow*) atau bisa pula melalui bawah permukaan (Mawardi, 2011).

Untuk menentukan irigasi dapat menggunakan rumus pada Persamaan 9 :

$$I = \frac{(FC - KA)}{100} \times A \times Drz \dots\dots\dots (9)$$

Dimana:

- I* : Irigasi (mL)
- KA* : Kadar air tanah (%)
- FC* : Kapasitas lapang (%)
- Drz* : Kedalaman zona perakaran (cm)

Peran irigasi dalam peningkatan produksi pertanian tak diragukan lagi terutama untuk daerah yang curahnya hujan kurang. Terdapat tiga pusat kegiatan dalam irigasi yaitu (a) kegiatan yang berhubungan dengan pengambilan, pengangkutan, pengambilan dan pemberian ke lahan yang membutuhkan, (b) kegiatan yang berhubungan dengan manajemen operasi irigasi, dan (c) kegiatan yang berhubungan dengan organisasi dan kelembagaan irigasi.

1.4. Sifat Fisika Tanah

1.4.1. Kerapatan Tanah (*Bulk Density*)

Bulk density adalah merupakan petunjuk kepadatan tanah. Semakin padat tanah semakin tinggi nilai *bulk density*, hal ini menunjukkan semakin sulit tanah

meneruskan air atau semakin sulit penetrasi akar di dalam tanah. *Bulk density* termasuk pori-pori tanah dengan rumus sebagai berikut.

Kerapatan tanah dihitung dengan rumus yang terdapat pada Persamaan 10 (Tim Dosen Mata Kuliah DDIT, 2011).

$$\rho_b = \frac{m_{soven} (g)}{V_t} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

ρ_b : kerapatan tanah (g/cm^3)

m_{soven} : Berat kering tanah oven pada suhu $105^\circ C$ selama 24 jam (g)

V_t : Volume total tanah (cm^3)

1.4.2. Tekstur Tanah

Tekstur tanah ialah perbandingan relative (dalam persen) fraksi-fraksi pasir berukuran $2mm - 50\mu m$, debu berukuran $50 - 2\mu m$, dan liat berukuran $< 2\mu m$. Secara kualitatif tekstur tanah dapat dinyatakan dalam derajat kekasaran dan kehalusan tanah melalui perabaan dengan tangan. Tekstur tanah merupakan salah satu sifat tanah yang permanen (bersifat tetap) dan menentukan sifat-sifat fisika dan kimia tanah lainnya seperti struktur, konsistensi, resim lengas, permeabilitas, laju infiltrasi, erodibilitas, kemudahan pengolahan, penetrasi akar tanaman, kesuburan tanah, dan sebagainya (Mawardi, 2011).

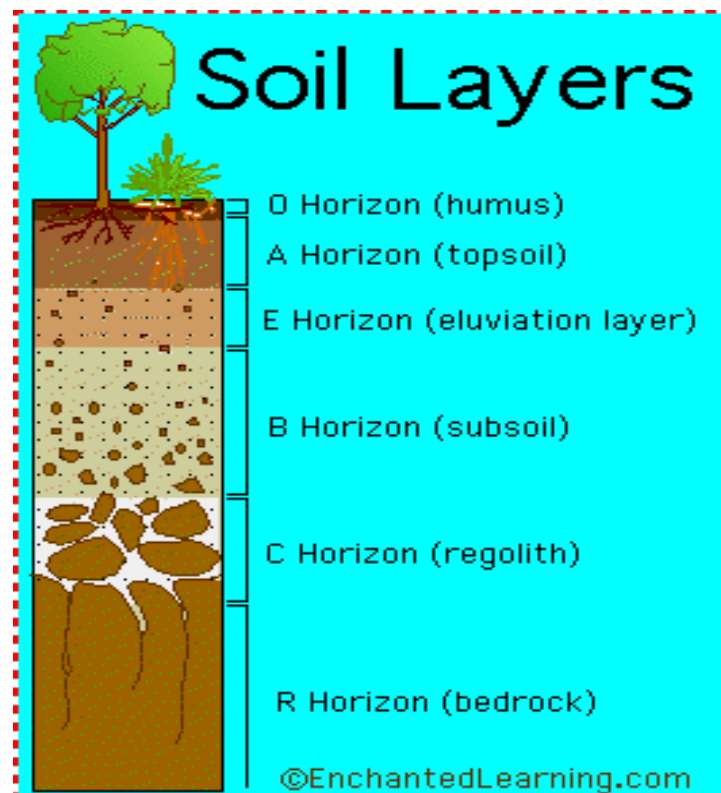
Terdapat 13 tekstur tanah, yaitu : pasir, debu, liat, pasir berlempung, lempung berpasir, lempung, lempung berdebu, lempung berliat, lempung liat berpasir, lempung liat berdebu, liat berpasir, dan liat berdebu, liat berat. Pembagian itu kemudian disederhanakan menjadi tujuh kelas yang terdiri dari pasir, lempung kasar, lempung halus, debu kasar, debu halus, liat debu, dan liat sangat halus.

1.4.3. Struktur Tanah

Struktur merupakan kombinasi atau pengaturan dan organisasi partikel tanah primer (pasir, debu dan lempung) dan partikel sekunder (*ped* atau agregat).

Struktur tanah merupakan butiran majemuk yang terdiri dari sejumlah butir tunggal yang diikat oleh bahan organik, liat, hidroksida Al dan Fe, dan atau flokulasi kation tertentu. Struktur tanah terkondisi oleh tekstur tanah, bahan organik dan bahan semen serta perbandingan beberapa kation yang tersedia.

Struktur tanah sangat dipengaruhi oleh perubahan cuaca, aktifitas biologis mikro organisme dan praktek-praktek pengolahan dan manajemen tanah. Penampang struktur tanah tampak samping dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Lapisan Tanah

Keterangan :

- O horizon : tanah humus
- A horizon : tanah lapisan atas (*Topsoil*)
- E horizon : lapisan ini terbuat dari pasir dan lapisan lumpur (*Eluviation layer*)
- B horizon : terdiri dari lempung dan kandungan mineral seperti besi, alumunium dan lain-lain
- C horizon : lapisan bebatuan kecil yang terletak antara subsoil dengan bedrock (*Regolith*)
- R bedrock : bebatuan kasar yang merupakan lapisan terbawah dari struktur tanah.

1.4.4. Kadar Air Tanah

Air tanah merupakan salah satu sifat fisik yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman dan aspek-aspek kehidupan manusia lainnya. Penetapan kadar air tanah dapat dilakukan secara langsung melalui pengukuran perbedaan berat tanah (metode gravimetri). Didalam tanah, air berada pada ruang pori tanah, terikat pada padatan tanah (baik organik maupun anorganik), serta menjadi bagian anasir (komponen) mineral. Air dapat ditahan matriks tanah akibat adesi langsung molekul air ke permukaan tanah, ikatan osmotik pada lapisan ganda (*double layer*), serta ikatan kapiler dari pori tanah.

Kandungan air tanah juga sangat berpengaruh terhadap pengolahan tanah.

Penggolongan kadar air tanah (jenuh, lembab dan kering) mengikuti kondisi lapangan yang biasa terdapat dan berlaku dikalangan petani. Tanah jenuh adalah

kondisi tanah yang jenuh air. Kondisi tanah jenuh memiliki sifat lunak, lekat dan liat. Sedangkan tanah kering adalah tanah yang sama sekali tidak terairi, tanah kering dicirikan oleh tanahnya bersifat kering, retak-retak, keras dan kasar bila diraba. Untuk tanah lembab dicirikan pada kondisi air tanah yang optimum yaitu terjadi penggenangan sampai batas kapasitas lapang atau kondisi remah.

(Hardjowigeno, 1993) mengungkapkan bahwa kadar air dalam tanah Alfisol dapat dinyatakan dalam persen volume yaitu persen volume air terhadap volume tanah. Cara ini mempunyai keuntungan karena dapat memberikan gambaran tentang ketersediaan air pada pertumbuhan pada volume tanah tertentu. Cara penetapan kadar air tanah dapat digolongkan dengan beberapa cara penetapan kadar air tanah dengan gravimetric, tegangan atau hisapan, hambatan listrik dan pembauran neutron.

Untuk mengetahui keadaan air tanah dalam hubungannya dengan pertumbuhan tanaman, maka perlu ditetapkan kadar air tanah dalam keadaan : (1) kadar air total, (2) kapasitas lapang, dan (3) titik layu permanen. Kadar air tanah total adalah kadar air tanah yang diperoleh dengan pengeringan tanah kering udara di dalam oven pada suhu 105°C hingga bobotnya tetap. Kadar air tanah dapat dinyatakan dalam bentuk persen berat tanah dan dalam bentuk persen volume tanah.

Kadar air tanah dalam keadaan kapasitas lapang adalah jumlah air yang ditahan oleh tanah setelah kelebihan air gravitasi meresap ke bawah karena gaya gravitasi. Kadar air tanah dalam keadaan titik layu permanen adalah kandungan air tanah pada saat tanaman yang ditanam di atasnya mengalami layu permanen dalam arti sukar di kembalikan meskipun telah ditambahkan sejumlah air yang mencukupi.

Selisih antara kadar air pada kapasitas lapang dan titik layu permanen disebut air tersedia.

Kadar air tanah gravimetrik dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 11 (Tim Dosen Mata Kuliah DDIT, 2011).

$$\theta_m = \frac{m_w}{m_{s\ oven}} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

θ_m : kadar air gravimetrik (% m/m, m = massa)

m_w : berat air (berat sampel tanah basah – berat sampel tanah kering oven)

$m_{s\ oven}$: berat sampel tanah kering oven

Kadar air gravimetrik dapat dikonversi menjadi kadar air volumetrik dengan menggunakan Persamaan 12 (Tim Dosen Mata Kuliah DDIT, 2011).

$$\theta_w = \left(\frac{\rho_b}{\rho_w} \right) \theta_m \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

θ_w : kadar air volumetrik (% V/V, V = volume)

ρ_b : berat isi tanah (g/cm³)

ρ_w : berat jenis air (g/cm³)

θ_m : kadar air gravimetrik

1.5. Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik adalah pupuk yang dibuat oleh pabrik-pabrik dengan memakai bahan-bahan kimia yang mengandung nutrien tinggi yang dibutuhkan tanaman.

Pupuk anorganik dibagi menjadi dua golongan yaitu pupuk tunggal dan pupuk majemuk.

Pupuk tunggal adalah pupuk yang mengandung satu jenis nutrisi pokok seperti N (Nitrogen), P (Posfor) dan K (Kalium). Pupuk majemuk disebut juga pupuk campuran yaitu pupuk yang mengandung dua atau tiga nutrisi utama yang dibutuhkan tanaman seperti nitrogen, kalium, posfor dalam satu pupuk. Hal ini bertujuan agar pupuk yang diberikan pada tanaman atau tanah, dapat memberikan dua atau tiga kegunaan sekaligus. Pupuk tersebut dinamakan pupuk NPK, PK, NP, dan NK.

1.5.1. Urea

Pupuk Urea adalah pupuk kimia yang mengandung Nitrogen (N) berkadar tinggi. Urea berupa senyawa kimia organik : $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ berbentuk kristal putih, tetapi dalam perdagangan berbentuk butir-butir bulat tengah ± 1 mm. Kadar N-nya 45 – 46%, untuk perhitungan-perhitungan kasar diambil 45%. Keuntungan memakai urea yaitu membuat daun tanaman lebih hijau segar dan banyak mengandung butir hijau daun (*chlorophyl*) yang mempunyai peranan sangat penting dalam proses fotosintesa, mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, cabang dan lain-lain) dan menambah kandungan protein tanaman.

1.5.2. SP36

SP 36 merupakan pupuk fosfat yang berasal dari batuan fosfat yang ditambang. Kandungan unsur haranya dalam bentuk P_2O_5 SP 36 adalah 46 % yang lebih rendah dari TSP yaitu 36 %. Keuntungan SP 36 yaitu memacu pertumbuhan akar

dan sistem perakaran yang baik, memacu pembentukan bunga dan masakny buah/biji, mempercepat panen, memperbesar prosentase terbentuknya bunga menjadi buah/biji dan menambah daya tahan tanaman terhadap gangguan hama. Namun kekurangannya dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil, lama pemasakan dan produksi tanaman rendah.

1.5.3. NPK

Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk yang mengandung unsur hara utama lebih dari dua jenis. Dengan kandungan unsur hara Nitrogen 15 % dalam bentuk NH_3 , fosfor 15 % dalam bentuk P_2O_5 , dan kalium 15 % dalam bentuk K_2O . Sifat Nitrogen (pembawa nitrogen) terutama dalam bentuk amoniak akan menambah keasaman tanah yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman (Hardjowigeno, 1993).

1.5.4. Pupuk KCl (Kalium Klorida)

Pembuatan pupuk KCl melalui proses ekstraksi bahan baku (deposit K) yang kemudian diteruskan dengan pemisahan bahan melalui penyulingan untuk menghasilkan pupuk KCl. Kalium klorida (KCl) merupakan salah satu jenis pupuk kalium yang juga termasuk pupuk tunggal. Kandungan utama dari endapan tambang kalsium adalah KCl dan sedikit K_2SO_4 . Kekurangan hara kalium menyebabkan tanaman kerdil, lemah (tidak tegak proses pengangkutan hara pernafasan dan fotosintesis terganggu yang pada akhirnya mengurangi produksi). Kelebihan kalium dapat menyebabkan daun cepat menua sebagai akibat kadar magnesium daun dapat menurun.